

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-223832

(43) 公開日 平成8年(1996)8月30日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K 1/27	5 0 1		H 0 2 K 1/27	5 0 1 A 5 0 1 H
15/03			15/03	C
29/00			29/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全7頁)

(21) 出願番号 特願平7-50540

(22) 出願日 平成7年(1995)2月15日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000228730

日本サーボ株式会社

東京都千代田区神田美土代町7

(72) 発明者 川又 昭一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 田島 文男

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 笹岡 茂 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石回転子

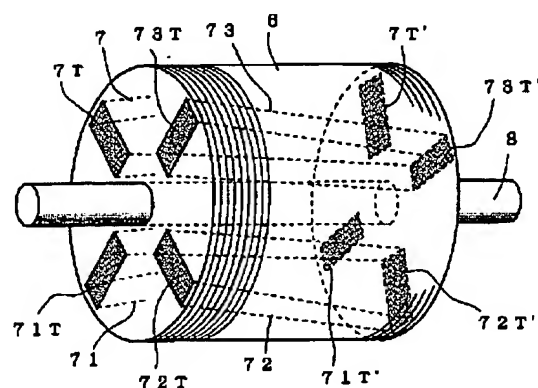
(57) 【要約】

【目的】 積層回転子鉄心に伝わる永久磁石の磁束密度が充分に高く、かつ、コギングトルクが小さく、加工形成が容易な永久磁石回転子を提供することにある。

【構成】 積層回転子鉄心6に永久磁石片用開口部を有する回転電機の永久磁石回転子において、積層回転子鉄心の永久磁石片用開口部を軸方向にスキューすると共に、永久磁石として磁性材料粉末を樹脂で射出成形して作られる樹脂磁石を使用し、この樹脂磁石を積層回転子鉄心と共に一体に射出成形して界磁用磁石7、71、72、73を形成することを特徴とする。

【効果】 樹脂磁石を積層回転子鉄心と共に一体に射出成形するので、永久磁石片用開口部の形状及びスキュー方向を任意に形成できると同時に、この形状及びスキュー方向に対応して容易に界磁用磁石を加工形成でき、積層回転子鉄心の磁束密度を高くでき、また、コギングトルクを大幅に低減できる。

図3 本発明の一実施例による永久磁石回転子の斜視図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 積層回転子鉄心に永久磁石片用開口部を有する回転電機の永久磁石回転子において、永久磁石として磁性材料粉末を樹脂で射出成形して作られる樹脂磁石を使用し、この樹脂磁石を積層回転子鉄心と共に一体に射出成形して界磁用磁石を形成することを特徴とする永久磁石回転子。

【請求項2】 積層回転子鉄心に永久磁石片用開口部を有する回転電機の永久磁石回転子において、積層回転子鉄心の永久磁石片用開口部を軸方向にスキューすると共に、永久磁石として磁性材料粉末を樹脂で射出成形して作られる樹脂磁石を使用し、この樹脂磁石を積層回転子鉄心と共に一体に射出成形して界磁用磁石を形成することを特徴とする永久磁石回転子。

【請求項3】 請求項2において、積層回転子鉄心の永久磁石片用開口部を軸方向にV字状にスキューすることを特徴とする永久磁石回転子。

【請求項4】 請求項1から請求項3のいずれかにおいて、積層回転子鉄心の永久磁石片用開口部と射出成形する樹脂磁石を星形状に形成することを特徴とする永久磁石回転子。

【請求項5】 請求項1から請求項4のいずれかにおいて、樹脂磁石の表面積を積層回転子鉄心の表面積より大きくすることを特徴とする永久磁石回転子。

【請求項6】 請求項1から請求項5のいずれかにおいて、樹脂磁石と積層回転子鉄心を射出成形する時に、積層回転子鉄心の端部に積層回転子鉄心を挟むように一体に形成した円板状補強部を設けることを特徴とする永久磁石回転子。

【請求項7】 請求項6において、円板状補強部の周縁部または外周部に磁気信号NSを記録する着磁部を設け、積層回転子鉄心の速度或いは位置検出に用いることを特徴とする永久磁石回転子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、回転電機の永久磁石回転子に係り、特に、積層鉄心構造の回転子に永久磁石を有する永久磁石回転子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】永久磁石回転子としては、実開平5-9149号公報に記載されているように、積層回転子鉄心に設けられた複数の永久磁石片用開口部に永久磁石片を圧入して構成される永久磁石回転子が知られている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記公報に記載の永久磁石回転子は、積層回転子鉄心の永久磁石片用開口部に永久磁石片を圧入して形成するため、永久磁石の磁束密度を上げるには、永久磁石の加工精度が要求される。また、この永久磁石回転子には、永久磁石片を用いるため、固定子鉄心の突極と永久磁石回転子間の吸引

力の変化によって生じるコギングトルクを低減するスキュー構成を採用することができない。仮に、回転子にスキュー構成を採用できたとしても、永久磁石片の加工及び圧入作業が非常に困難であり、更には、永久磁石片用開口部と永久磁石片間の間隙が大きくなり、永久磁石の磁束が積層回転子鉄心に十分に伝わらないという問題が生ずる。

【0004】本発明の目的は、積層回転子鉄心に伝わる永久磁石の磁束密度が十分に高く、かつ、コギングトルクが小さく、加工形成が容易な永久磁石回転子を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的は、永久磁石として例えばフェライト粉末等の磁性材料粉末を樹脂で射出成形して作られる樹脂磁石を使用し、この樹脂磁石を積層回転子鉄心と共に一体に射出成形して界磁用磁石を形成すること、また、積層回転子鉄心の永久磁石片用開口部を軸方向にスキューすることによって、達成される。

## 【0006】

【作用】本発明では、回転子の界磁用磁石は、積層回転子鉄心と共に樹脂磁石の射出成形により形成するので、積層回転子鉄心の永久磁石片用開口部の形状及びスキュー方向を任意に形成できると同時に、この形状及びスキュー方向に対応して容易に界磁用磁石を加工形成することができる。これにより、永久磁石片用開口部と永久磁石間の間隙を無くすることができ、このため、永久磁石の磁束が積層回転子鉄心に十分に伝わり、積層回転子鉄心の磁束密度が高くなり、また、固定子鉄心の突極に対応して永久磁石片用開口部のスキュー方向及び形状を定めることが可能となり、固定子鉄心の突極と永久磁石回転子間の吸引力の変化によって生じるコギングトルクを大幅に低減する。

## 【0007】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。本発明の一実施例を図1～図4を用いて説明する。図1は、本発明の対象とする回転電機の半切断面図である。図2は、図1に示した積層回転子鉄心の積層構造の斜視図である。図3は、図2に示した積層回転子鉄心を用いて本発明を実施した回転子構造の斜視図である。図4は、図3に示した永久磁石回転子の平面図である。図1において、回転電機1の固定子2は、ハウジング9と、このハウジング9の内周面に固定された固定子鉄心4と、この固定子鉄心4に巻回された多相の固定子巻線5からなる。回転子3は、永久磁石片用開口部12を具備し、この永久磁石片用開口部12に永久磁石片7が挿入された、例えば積層珪素鋼板からなる積層回転子鉄心6とシャフト8で構成され、ベアリング11、111とエンドブラケット10、101によって固定子2に回転自在に取り付けられる。図2は、図1に示した回転

3

電機1の積層回転子鉄心6の斜視図を示し、積層回転子鉄心6は、珪素鋼板等をプレス打ち抜きし、積層して形成される。プレス打ち抜きされた珪素鋼板には、例えば4極の場合、永久磁石片を挿入するための永久磁石片用開口部12、121、122及び123を形成し、また、シャフト8を挿入するシャフト挿入口13を形成する。この様な珪素鋼板は、固定子突極(図示せず)と永久磁石回転子間に働く吸引力の変化によって生じる不要なコギングトルクを低減するため、所定の角度 $\theta S$ だけスキューして積層する。図3は、図2に示すようにスキューした積層回転子鉄心6に、例えば、フェライト粉末等の磁性材料粉末を樹脂で射出成形して作られる樹脂磁石を使用し、スキュー積層回転子鉄心6と共に一体に射出成形し、界磁用磁石7、71、72及び73を形成する。前述したように、積層回転子鉄心6は永久磁石片用開口部12、121、122及び123が $\theta S$ だけスキューされているため、積層回転子鉄心6の界磁用磁石端面7T、71T、72T及び73Tと7T'、71T'、72T'及び73T'は当然のことながら軸方向に対して $\theta S$ だけ傾きを持っている。図4は、図3に示した本実施例による永久磁石回転子の平面図を示す。図3の様に形成された界磁用磁石7、71、72及び73は、射出成形後、着磁装置で外部より図示のように、N S或いはSNの極性4極に着磁され、永久磁石回転子3を構成する。

【0008】ところで、従来のように永久磁石片を積層回転子鉄心の永久磁石片用開口部に圧入して形成する場合、永久磁石片開口部12に永久磁石片70を挿入するわけであるから、図5の様に永久磁石片用開口部12と永久磁石70間の間隙 $\delta 1$ 及び $\delta 2$ が生じる。特に、積層回転子鉄心6がスキュー構造の場合、間隙 $\delta 1$ 及び $\delta 2$ は更に大きくなる。そのため、永久磁石70の磁束が十分に積層回転子鉄心6に伝わらない等の課題があった。しかし、本実施例によれば、スキュー積層回転子鉄心6の永久磁石片用開口部12に射出成形される樹脂磁石を用い、積層回転子鉄心と樹脂磁石を一体に射出成形するので、積層回転子鉄心6がスキューしているにもかかわらず、図6に示すように、永久磁石片用開口部12と永久磁石(樹脂磁石)70間の間隙 $\delta 1$ 及び $\delta 2$ を完全に無くすることができ、このため、永久磁石70の磁束が十分に積層回転子鉄心6に伝わるようになり、積層回転子鉄心6の磁束密度を向上させることができる。

【0009】また、本実施例では、スキューの方向を軸方向に $\theta S$ 傾けた図2及び図3の構成としたが、図12の様にV字状のスキューとしても良い。図12において、永久磁石7をV字状のスキュー構成とする。ここで、図12の符号70は、スキュー前の永久磁石の構成を示す。このように、本実施例では、スキューの方向及び形状を任意に形成することができるので、固定子鉄心の突極に対応して永久磁石用開口部のスキュー方向及び

4

形状を定めることが可能となり、固定子鉄心の突極と永久磁石回転子間の吸引力の変化によって生じるコギングトルクを大幅に低減することができる。尚、ここで、スキューの方向を軸方向に $\theta S$ 傾けた図2及び図3のスキュー構成と、図12の様にV字状にしたスキュー構成について、軸方向の振動をみる。図2及び図3で示したスキュー構成では、図11に示すように、軸方向の電磁力 $F_y$ が働き、軸方向の加振源となり、振動増加の原因となってしまう。すなわち、固定子巻線(図示せず)に流れる電流とスキューされた永久磁石7の磁束による永久磁石の電磁力を $F$ とすると、電磁力 $F$ は、回転方向の電磁力 $F_x$ と軸方向の電磁力 $F_y$ に分解される。ここで、 $F_x$ は回転トルクとなるが、 $F_y$ は軸方向の加振力となる。そこで、図12に示した様に、V字状のスキューとすることにより、永久磁石は、スキュー方向が異なる永久磁石7の部分と永久磁石7'に分けて考えることができる。このため、軸方向の電磁力として、永久磁石7による軸方向電磁力 $F_y$ と永久磁石7'による軸方向電磁力 $F_{y'}$ が生じるが、各軸方向電磁力 $F_y$ と $F_{y'}$ はお互いに逆方向であるため、軸方向の電磁力をキャンセルすることができ、軸方向の振動を低減できる効果が得られる。ここで、図11の符号70は、スキュー前の永久磁石の構成を示す。

【0010】図7は、本発明の他の実施例を示す。本実施例は、永久磁石の磁束密度、すなわち、永久磁石の断面積を大きくするために、射出成形する樹脂磁石(永久磁石片開口部)を星形状に形成する。このような複雑な構成としても、永久磁石片開口部に射出成形される樹脂磁石を用いるので、樹脂磁石7-1、7-2、7-3、7-4、7-5、7-6、7-7及び7-8は、永久磁石片用開口部に間隙を生ずることなく形成することができる。すなわち、図4及び図7に示したように、積層回転子鉄心6の永久磁石片用開口部の形状が単純であっても、複雑であっても、作業性を損なうことなく、コギングトルクの低減に有効な永久磁石回転子を提供できる。ここで、積層回転子鉄心6の表面積を $S_c$ 、永久磁石の表面積を $S_p$ とした場合、 $S_p > S_c$ とすれば、更なる磁束量の向上が図れる。

【0011】図8は、本発明の他の実施例を示す。本実施例は、樹脂磁石と積層回転子鉄心6を射出成形する時に、積層回転子鉄心6の端部に積層回転子鉄心6を挟むように円板状補強部14及び141を一体に形成することを特徴とする。この場合、円板状補強部14及び141の外径を積層回転子鉄心6の外径と同様にして、積層回転子鉄心6の珪素鋼板端部の反りを抑止し、また、積層した珪素鋼板間の隙間を無くする。これにより、本実施例では、珪素鋼板端部の反りまたは積層した珪素鋼板間の隙間により発生する積層回転子鉄心6のうず電流損等の損失及び電磁音を低減することができる。

【0012】図9は、本発明の他の実施例を示す。本実

施例は、図8に示した円板状補強部14及び141の少なくともどちらか一方の端面に磁気信号NSを記録した磁気記録部15を設けることを特徴とする。図9において、回転する磁気信号NSをセンサ（図示せず）を用いて検知し、永久磁石回転子6の速度を検出する。或いは、図9の連続した磁気信号NSの他に、例えば1回転1個の磁気信号NSを記録し、この磁気信号NSをセンサ（図示せず）を用いて検知し、永久磁石回転子6の位置を検出する。このようにすれば、速度或いは位置検出器を内蔵した回転電機1を提供できる。また、前述した磁気記録部15は、図10の様に円板状補強部14の外周に設けても良い。この場合、検出素子の信号調整が簡単にできる効果がある。更に、磁気記録部15は、円板状補強部14について説明したが、円板状補強部141と併用して、速度検出用と位置検出用とに分けて使用しても良い。

#### 【0013】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、永久磁石回転子の界磁用磁石は、フェライト粉末等の磁性材料粉末を樹脂により射出成形して形成される樹脂磁石を用いるので、積層回転子鉄心の永久磁石用開口部と共に一体に構成することができ、このため、永久磁石用開口部の形状及び配置が複雑であっても、樹脂磁石を容易に加工形成することができ、また、永久磁石用開口部と樹脂磁石（永久磁石）の間隙を無くすることが可能となり、永久磁石の磁束は十分に積層回転子鉄心に伝わり、高い磁束密度を得ることができる。また、永久磁石回転子の永久磁石用開口部を任意方向及び任意形状にスキュー構成できるため、固定子鉄心の突極に対応して永久磁石用開口部のスキュー方向及び形状を定めることが可能となり、固定子鉄心の突極と永久磁石回転子間の吸引力の変化によって生じる不要なコギングトルクを大幅に低減することができる。また、永久磁石用開口部の形状により、永久磁石回転子の振動を抑制することができると共に、積層回転子鉄心を挟むように一体に形成する円板状補強部を設けることにより、積層回転子鉄心のうず電流損等の損失及び電磁音を低減することができる。また、円板状補強部の周縁部または外周部に磁気信号NSを記録する着磁部を設けることにより、積層回転子鉄心の速度或いは位置検出可能な永久磁石回転子を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の対象とする回転電機の半切断面図であ

る。

【図2】図1に示した積層回転子鉄心の積層構造を示す斜視図である。

【図3】本発明の一実施例を示す永久磁石回転子の斜視図である。

【図4】図3に示した永久磁石回転子の平面図である。

【図5】永久磁石片を挿入した従来の永久磁石回転子の一部拡大平面図である。

【図6】本発明の永久磁石回転子の一部拡大平面図である。

【図7】本発明の他の実施例を示す永久磁石回転子の平面図である。

【図8】本発明の他の実施例を示す永久磁石回転子の斜視図である。

【図9】本発明の他の実施例を示す永久磁石回転子の平面図である。

【図10】本発明の他の実施例を示す永久磁石回転子の側面図である。

【図11】スキュー永久磁石の一部概略構成図である。

【図12】V字スキュー永久磁石の一部概略構成図である。

#### 【符号の説明】

1 回転電機

2 固定子

3 回転子

4 固定子鉄心

5 固定子巻線

6 積層回転子鉄心

7, 71, 72, 73, 7-1, 7-2, 7-3, 7-

4, 7-5, 7-6, 7-7, 7-8 樹脂磁石で形成された永久磁石

7T, 71T, 72T, 73T, 7T', 71T', 7

2T', 73T' 樹脂磁石で形成された永久磁石の端面

70 スキュー前の永久磁石の構成

8 シャフト

9 ハウジング

10, 101 : エンドブラケット

11, 111 ベアリング

12, 121, 122, 123 永久磁石片用開口部

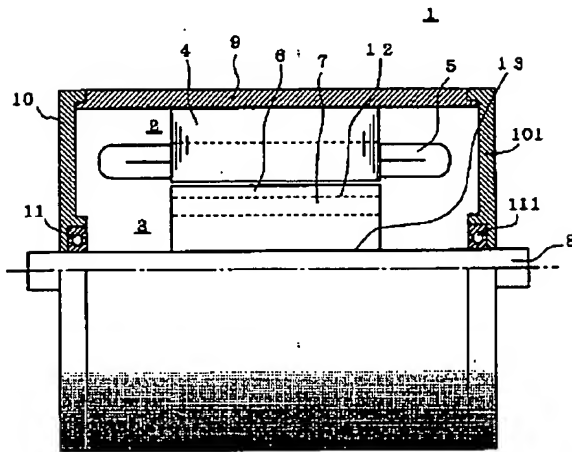
13 シャフト挿入用開口部

14, 141 円筒状補強部

15 速度或いは位置検出用着磁部

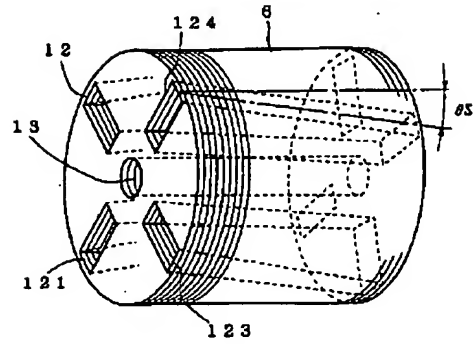
【図1】

図1 本発明の対象とする回転電機半切断面図



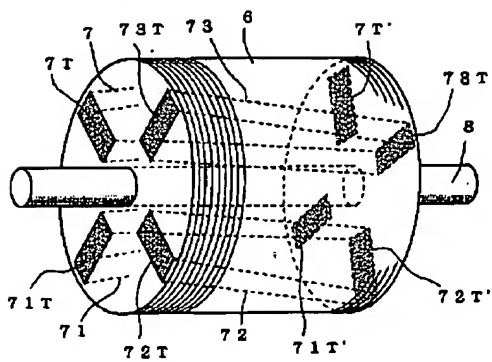
【図2】

図2 図1の回転子鉄心の積層構造の斜視図



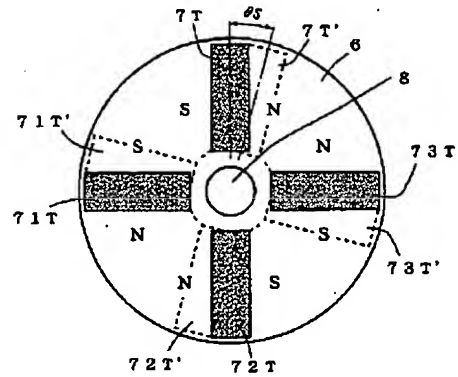
【図3】

図3 本発明の一実施例による永久磁石回転子の斜視図



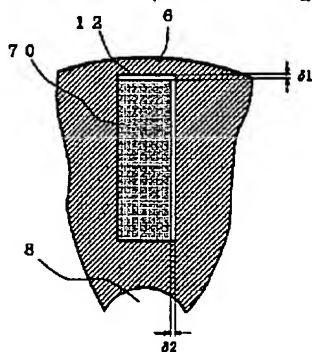
【図4】

図4 図3に示した本発明による永久磁石回転子の平面図



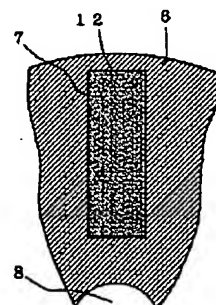
【図5】

図5 永久磁石片を挿入した従来の永久磁石回転子の一部拡大平面図



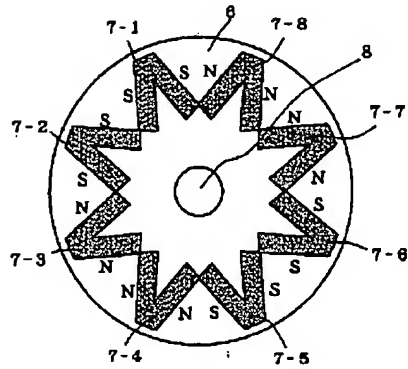
【図6】

図6 本発明の一実施例の永久磁石回転子の一部拡大平面図



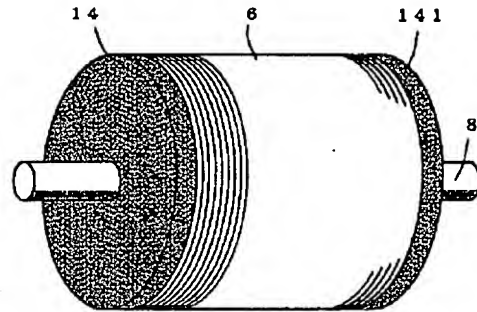
【図7】

図7 本発明の他の実施例における永久磁石回転子の平面図



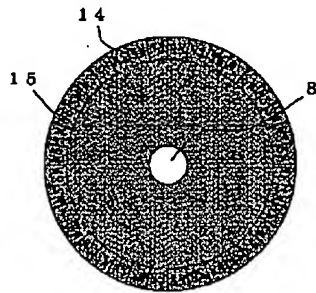
【図8】

図8 本発明の他の実施例における永久磁石回転子の斜視図



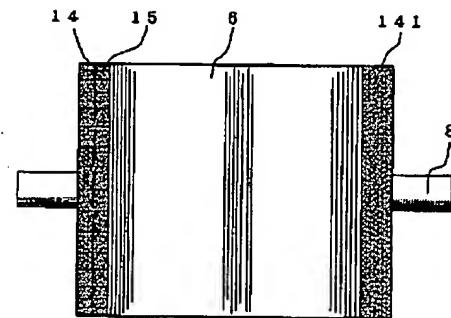
【図9】

図9 本発明の他の実施例における永久磁石回転子の平面図



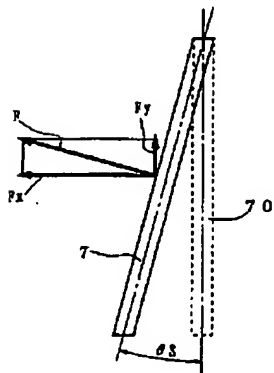
【図10】

図10 本発明の他の実施例における永久磁石回転子の側面図



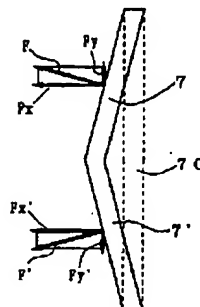
【図11】

図11 スキュー永久磁石の一部概略構成図



【図12】

図12 V字スキュー永久磁石の一部概略構成図



フロントページの続き

(72)発明者 大西 和夫  
群馬県桐生市相生町三丁目93番地 日本サ  
ーボ株式会社技術本部研究所内

PAT-NO: JP408223832A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08223832 A

TITLE: PERMANENT-MAGNET ROTOR

PUBN-DATE: August 30, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KAWAMATA, SHOICHI

TAJIMA, FUMIO

ONISHI, KAZUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

N/A

JAPAN SERVO CO LTD

N/A

APPL-NO: JP07050540

APPL-DATE: February 15, 1995

INT-CL (IPC): H02K001/27, H02K015/03 , H02K029/00

ABSTRACT:

**PURPOSE:** To provide a permanent-magnet rotor of a rotating machine wherein the enough high magnetic-flux density from its permanent magnet can be transmitted to its laminar rotor core and its cogging torque is made small and the form of permanent-magnet rotor is worked easily.

**CONSTITUTION:** In a permanent-magnet rotor of a rotating machine whose laminated core 6 has opening parts for permanent magnets each opening for the permanent magnet is skewed in the shaft direction of the laminar rotor core 6, and a resin magnet manufactured by injection molding a magnetic powder is used as the permanent magnet. Field magnets 7, 71, 72, 73 are formed out of the resin magnets so injection-molded as to be one with the laminated core 6. Thereby, the shape and skew-direction of the opening part for the permanent magnet can be formed arbitrarily, and concurrently, the form of the field magnet can be worked easily responding to the shape and skew-direction of the opening part because the resin magnet is so injection-molded as to be one with the lamiar rotor core 6. Hence, the magnetic flux density of the laminated



core 6 can be made high, and the cogging torque of the rotating machine can be reduced largely.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO